

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
27 février 2003 (27.02.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
WO 03/016804 A2

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : F25J 3/04

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR02/02780

(22) Date de dépôt international : 1 août 2002 (01.08.2002)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
01/10817 14 août 2001 (14.08.2001) FR

(71) Déposant : L'AIR LIQUIDE SOCIETE ANONYME  
A DIRECTOIRE ET CONSEIL DE SURVEILLANCE

POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PRO-  
CEDES GEORGES CLAUDE [FR/FR]; 75, quai d'Or-  
say, F-75321 Paris (FR).

(72) Inventeurs: MASSIMO, Giovanni; 14, Avenue des  
Mésanges, B-1160 Bruxelles (BE). GUILLARD, Alain;  
11, rue Lauriston, F-75016 Paris (FR).

(74) Mandataires : MERCEY, Fiona etc.; L'Air Liquide SA,  
75, quai d'Orsay, F-75321 Paris Cedex 07 (FR).

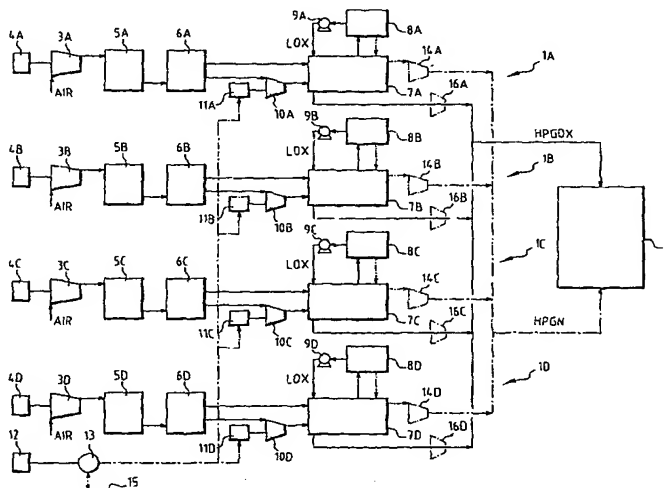
(81) État désigné (national) : JP.

(84) États désignés (régional) : brevet européen (AT, BE, BG,  
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU,  
MC, NL, PT, SE, SK, TR).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: INSTALLATION FOR HIGH PRESSURE OXYGEN PRODUCTION BY MEANS OF AIR DISTILLATION

(54) Titre : INSTALLATION DE PRODUCTION D'OXYGENE SOUS HAUTE PRESSION PAR DISTILLATION D'AIR



(57) Abstract: The invention relates to an installation for high pressure oxygen production by means of air distillation. The inventive installation comprises: primary air compression means (3) which are driven by turbines (4); N(N>1) air distillation apparatus (8) which produce liquid oxygen and/or liquid nitrogen; at least one pump (9) for pumping the liquid oxygen and/or the liquid nitrogen at at least one high pressure; and secondary compression means (10) which are designed to compress a calorogenic fluid that is used to vaporise said liquid(s). The secondary compression means (10) are driven by electric motors (11) and an auxiliary turbine (12) drives an alternator (13) which supplies electric current to said motors. The invention is suitable for use in supplying synthetic hydrocarbon production units (2) with high pressure nitrogen and/or oxygen.

(57) Abrégé : Cette installation comprend: des moyens de compression principale d'air (3) entraînés par des turbines (4); N(N>1) appareils de distillation d'air (8) produisant de l'oxygène liquide et/ou de l'azote liquide; au moins une pompe (9) de pompage de l'oxygène liquide et/ou de l'azote liquide à au moins une haute pression; et des moyens de compression

[Suite sur la page suivante]

WO 03/016804 A2

**Déclaration en vertu de la règle 4.17 :**

- *relative au droit du déposant de revendiquer la priorité de la demande antérieure (règle 4.17.iii)) pour toutes les désignations*

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

**Publiée :**

- *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*

secondaire (10) adaptés pour comprimer un fluide calorigène servant à vaporiser ce(s) liquide(s). Les moyens (10) de compression secondaire sont entraînés par des moteurs électriques (11), et une turbine auxiliaire (12) entraîne un alternateur (13) alimentant ces moteurs en courant électrique. Application à l'alimentation en oxygène et/ou en azote haute pression des unités de production d'hydrocarbures synthétiques (2).

INSTALLATION DE PRODUCTION D'OXYGENE SOUS HAUTE PRESSION PAR  
DISTILLATION D'AIR.

5

La présente invention à une installation de production d'oxygène et/ou d'azote sous haute pression par distillation d'air.

10 L'invention s'applique à la production de très grandes quantités d'oxygène sous haute pression, notamment pour l'alimentation d'unités de production d'hydrocarbures synthétiques.

Les pressions dont il est question ici sont des pressions absolues.

15 Les unités industrielles de production d'hydrocarbures synthétiques, dites « unités GTL » (Gas-To-Liquids), peuvent avoir une capacité de production de l'ordre de 50 000 barils par jour, ce qui correspond à une consommation d'environ 12 000 tonnes par jour d'oxygène.

20 Pour produire de telles quantités d'oxygène, il est nécessaire de prévoir plusieurs unités de distillation d'air en parallèle, typiquement trois ou quatre unités. De plus, pour amener l'oxygène à la haute pression nécessaire pour le fonctionnement de l'unité GTL, il est avantageux d'amener  
25 par pompage à cette haute pression l'oxygène liquide produit par distillation, et de vaporiser le liquide par échange de chaleur avec un fluide calorigène comprimé à une pression suffisante pour permettre la vaporisation d'oxygène, ce fluide étant typiquement de l'air surpressé. On évite ainsi  
30 l'utilisation, toujours délicate, de compresseurs d'oxygène gazeux.

Par suite, chaque unité de distillation d'air comprend généralement deux appareils de compression : d'une part, un compresseur principal d'air, qui amène la totalité

de l'air atmosphérique traité à une moyenne pression de distillation (typiquement 5 à 8 bars pour une distillation dans un appareil comprenant au moins deux colonnes de distillation), d'autre part un compresseur secondaire, 5 notamment un surpresseur d'air, qui amène une partie du débit d'air comprimé à une haute pression permettant la vaporisation de l'oxygène liquide pompé.

Dans la technique habituelle, chaque compresseur principal est généralement entraîné par une turbine à vapeur 10 propre, qui peut être une turbine à contre-pression, échappant à une pression supérieure à la pression atmosphérique, ou une turbine à condensation, échappant à une pression inférieure à la pression atmosphérique et associée à un condenseur d'eau, refroidi par de l'eau ou 15 par de l'air ambiant, et à une pompe de recyclage de l'eau vers la chaudière de production de vapeur. De même, chaque compresseur secondaire est entraîné par une turbine à vapeur propre. Les turbines à vapeur sont entraînées par détente de la vapeur produite par l'unité GTL.

20 Il résulte de cet agencement un coût très élevé des moyens de compression d'air, notamment lorsqu'on utilise des turbines à condensation, qui sont des machines complexes et coûteuses.

L'invention a pour but de réduire l'investissement 25 associé aux installations du type précité.

A cet effet, l'invention a pour objet une installation de production d'oxygène et/ou d'azote sous haute pression par distillation d'air, caractérisée en ce qu'elle comprend des moyens de compression principale d'air 30 adaptés pour comprimer de l'air atmosphérique à distiller ; des moyens de détente qui entraînent lesdits moyens de compression principale ; des moyens de pré-refroidissement d'air ; des moyens d'épuration d'air en eau et en CO<sub>2</sub> ; une ligne d'échange thermique principale adaptée pour refroidir

l'air comprimé jusqu'à une température permettant sa distillation ; N(N>1) appareils de distillation d'air en parallèle produisant de l'oxygène liquide et/ou de l'azote liquide; des moyens de pompage de l'oxygène liquide et/ou de l'azote liquide à au moins une haute pression; et des moyens de compression secondaire adaptés pour comprimer un fluide calorigène jusqu'à une haute pression permettant la vaporisation de l'oxygène liquide et/ou de l'azote liquide pompé(s) pour former de l'oxygène et/ou de l'azote gazeux de production, caractérisée en ce que lesdits moyens de compression secondaire sont entraînés par des moteurs électriques, et en ce que l'installation comprend une turbine auxiliaire qui entraîne un alternateur, ce dernier alimentant les moteurs électriques (11) en courant électrique.

L'installation suivant l'invention peut comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- les moyens de compression secondaire comprennent N' (N'>1) compresseurs secondaires dont chacun est entraîné par l'un desdits moteurs électriques ;
- les compresseurs secondaires sont des surpresseurs d'air adaptés pour surpresser une partie de l'air comprimé par les moyens de compression principale d'air ;
- lesdits moyens de détente sont des turbines analogues à ladite turbine auxiliaire ;
- l'installation comprend en outre des moyens de compression finale d'oxygène gazeux et/ou d'azote gazeux de production adaptés pour comprimer à une haute pression de production l'oxygène et/ou l'azote vaporisé(s) ;
- les moyens de compression finale sont entraînés par des moteurs électriques eux-mêmes entraînés par ledit alternateur ;
- l'alimentation des moteurs en courant électrique est complétée par un appoint provenant du réseau électrique,

au moins à certaines étapes de fonctionnement de l'installation ;

- l'alternateur produit un excédent d'énergie électrique, qui est exporté vers le réseau électrique, au  
5 moins à certaines étapes de fonctionnement de l'installation ;

- l'installation comprend au moins une unité industrielle notamment une unité de production d'hydrocarbures synthétiques, alimentée par l'oxygène, et/ou  
10 l'azote sous haute pression ; et

- lesdits moyens de détente et ladite turbine auxiliaire sont des turbines à vapeur, et l'unité industrielle produit de la vapeur d'eau qui alimente ces turbines à vapeur.

15 Un exemple de réalisation de l'invention va maintenant être décrit en regard du dessin annexé, dont la Figure unique représente très schématiquement une installation conforme à l'invention.

L'installation représentée aux dessins comprend  
20 quatre unités de distillation d'air en parallèle, 1A à 1D, qui alimentent en oxygène haute pression une ou plusieurs unité(s) GTL 2. La haute pression de production des unités 1A à 1D est typiquement comprise entre 30 et 65 bars, et chacune de ces unités produit typiquement 3000 tonnes par  
25 jour d'oxygène environ.

Chaque unité 1 (c'est-à-dire 1A à 1D) comprend :

- un compresseur d'air principal 3 entraîné par une turbine de vapeur à condensation 4 qui lui est dédiée ;
- un pré-refroidisseur d'air 5 à air ou à eau ;
- 30 - un appareil 6 d'épuration d'air en eau et en CO<sub>2</sub> par adsorption ;
- une ligne d'échange thermique principale 7 ;
- un appareil de distillation d'air 8 comprenant au moins une colonne de distillation d'air ;

- au moins une pompe d'oxygène liquide 9 ; et
- un surpresseur d'air 10 entraîné par un moteur électrique 11 qui lui est dédié.

L'installation comprend en outre une cinquième  
5 turbine à vapeur à condensation 12, qui peut être  
avantageusement analogue aux turbines 4A à 4D, c'est-à-dire  
de même type et sensiblement de même puissance, et qui  
entraîne un alternateur unique 13. Ce dernier alimente en  
courant électrique les quatre moteurs 11.

10 En fonctionnement, pour chaque unité 1A à 1D, l'air  
atmosphérique, comprimé en totalité à la moyenne pression de  
distillation en 3, est pré-refroidi au voisinage de la  
température ambiante en 5 et épuré en 6. Environ 35% du  
débit d'air est surpressé en 10. Les deux flux d'air sont  
15 refroidis dans la ligne d'échange 7, puis envoyés à la  
moyenne pression à l'appareil de distillation 8.

Les produits issus de l'appareil 8 sont réchauffés à  
contre-courant des flux d'air dans la ligne d'échange 7. En  
particulier, l'oxygène liquide produit par la colonne basse  
20 pression (LOX) est pompé à la haute pression de production  
en 9, et vaporisé par condensation de l'air surpressé, puis  
réchauffé au voisinage de la température ambiante, pour  
fournir le flux d'oxygène gazeux haute pression désiré  
(HPGOX).

25 Chaque compresseur 3 consomme une puissance de  
l'ordre de 50 à 60 MW, tandis que chaque surpresseur 10  
consomme une puissance de l'ordre de 15 MW. Ainsi, la  
turbine à vapeur 12 peut être analogue à chacune des  
turbines 4A à 4D, fournissant également une puissance de  
30 l'ordre de 60 MW. Un gain important peut ainsi être obtenu  
sur le stock de pièces de rechange pour l'ensemble de  
l'installation.

Comme indiqué en traits mixtes, chaque unité de  
distillation peut éventuellement fournir en outre de l'azote

gazeux sous haute pression (HPGN) à l'unité 2. Cet azote peut être comprimé sous forme gazeuse par un compresseur d'azote 14, comme représenté. En variante, l'azote peut être pompé à la haute pression sous forme liquide et vaporisé dans la ligne d'échange 7 par condensation d'un débit supplémentaire d'air surpressé.

Comme on le comprend, dans certains cas, l'alternateur 13 peut produire une puissance électrique insuffisante pour entraîner les moteurs 11, auquel cas un appoint de puissance électrique est fourni par le réseau 15. L'alternateur peut au contraire produire une puissance électrique excédentaire ; celle-ci est alors exportée vers le réseau 15.

Par ailleurs, l'invention s'applique également à des procédés dans lesquels chaque compresseur 4 comprime l'air à une pression différente de la pression de distillation.

En variante, les turbines 3 et 12 peuvent être remplacées par des turbines à gaz, notamment si le site dispose de gaz naturel.

Des moteurs électriques alimentés par un alternateur tel que l'alternateur 13, entraîné par une turbine, peuvent également être utilisés pour entraîner les compresseurs 14A à 14D et/ou des compresseurs additionnels d'oxygène 16A à 16B, représentés en trait mixte, qui amène les produits gazeux à leur pression finale d'alimentation de l'unité 2.



REVENDICATIONS

1. Installation de production d'oxygène et/ou d'azote sous haute pression par distillation d'air, caractérisée en ce qu'elle comprend des moyens de compression principale d'air (3) adaptés pour comprimer de l'air atmosphérique à distiller ; des moyens de détente (4) qui entraînent lesdits moyens de compression principale ; des moyens (5) de pré-refroidissement d'air ; des moyens (6) d'épuration d'air en eau et en  $\text{CO}_2$  ; une ligne d'échange thermique principale (7) adaptée pour refroidir l'air comprimé jusqu'à une température permettant sa distillation ; N(N>1) appareils de distillation d'air (8) en parallèle produisant de l'oxygène liquide et/ou de l'azote liquide; des moyens (9) de pompage de l'oxygène liquide et/ou de l'azote liquide à au moins une haute pression; et des moyens (10) de compression secondaire adaptés pour comprimer un fluide calorigène jusqu'à une haute pression permettant la vaporisation de l'oxygène liquide et/ou de l'azote liquide pompé(s) pour former de l'oxygène et/ou de l'azote gazeux de production, caractérisée en ce que lesdits moyens de compression secondaire (10) sont entraînés par des moteurs électriques (11), et en ce que l'installation comprend une turbine auxiliaire (12) qui entraîne un alternateur (13), ce dernier alimentant les moteurs électriques (11) en courant électrique.

2. Installation suivant la revendication 1, caractérisée en ce que les moyens (10) de compression secondaire comprennent N' (N'>1) compresseurs secondaires dont chacun est entraîné par l'un desdits moteurs électriques (11).

3. Installation suivant la revendication 2, caractérisée en ce que les compresseurs secondaires (10) sont des surpresseurs d'air adaptés pour surpresser une

partie de l'air comprimé par les moyens de compression principale d'air (3).

4. Installation suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que lesdits moyens de détente (4) sont des turbines (4) analogues à ladite turbine auxiliaire (12).

5. Installation suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce qu'elle comprend en outre des moyens (14, 16) de compression finale d'oxygène gazeux et/ou d'azote gazeux de production, adaptés pour comprimer à une haute pression de production l'oxygène et/ou l'azote vaporisé(s).

6. Installation suivant la revendication 5, caractérisée en ce que les moyens de compression finale (14) sont entraînés par des moteurs électriques eux-mêmes entraînés par ledit alternateur (13).

7. Installation suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que l'alimentation des moteurs (11) en courant électrique est complétée par un appoint provenant du réseau électrique (15), au moins à certaines étapes de fonctionnement de l'installation.

8. Installation suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que l'alternateur (13) produit un excédent d'énergie électrique, qui est exporté vers le réseau électrique (15), au moins à certaines étapes de fonctionnement de l'installation.

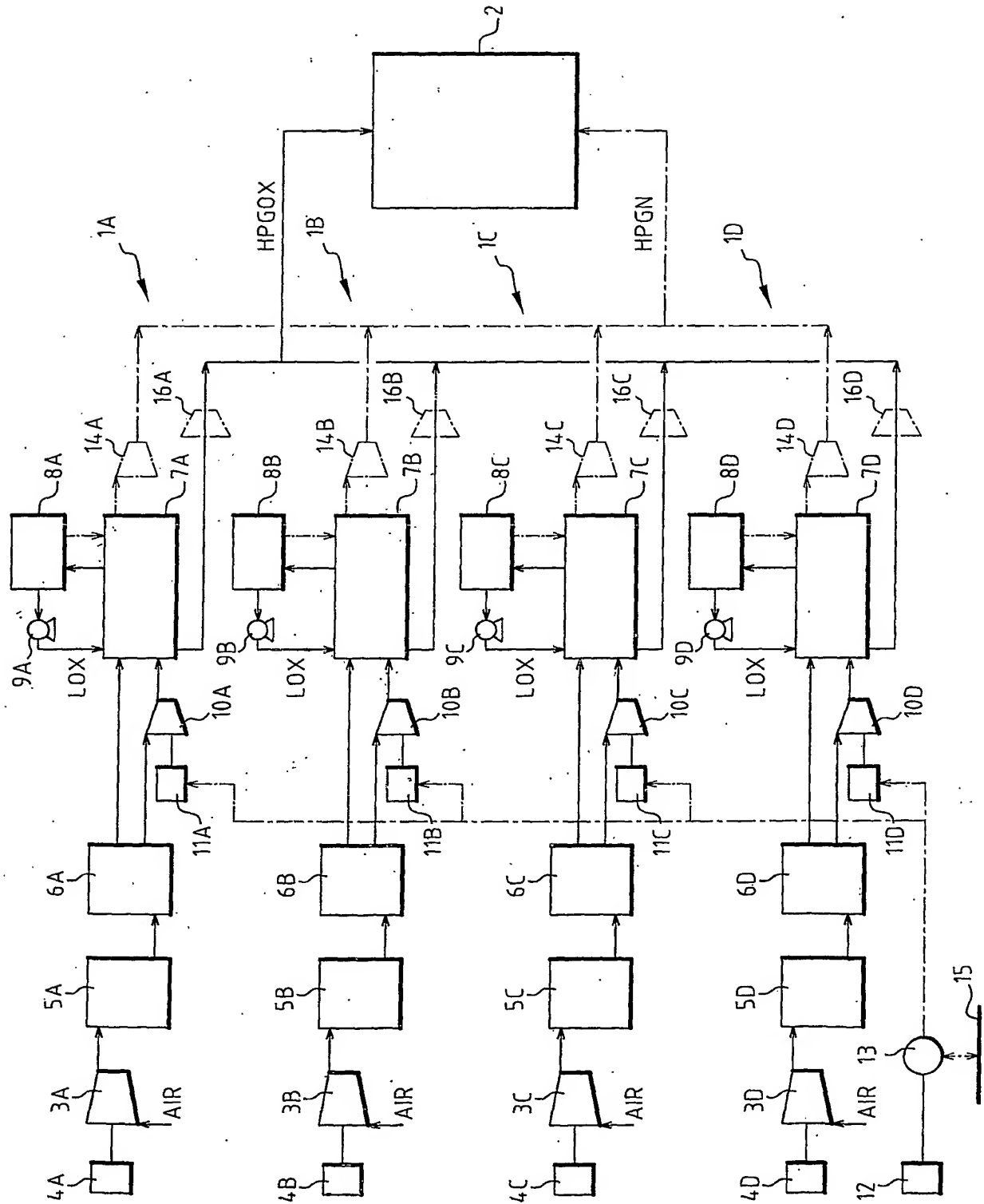
9. Installation suivant l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisée en ce qu'elle comprend au moins une unité industrielle (2), notamment une unité de production d'hydrocarbures synthétiques, alimentée par l'oxygène et/ou l'azote sous haute pression.

10. Installation suivant la revendication 9, caractérisée en ce que lesdits moyens de détente (4) et ladite turbine auxiliaire (12) sont des turbines à vapeur,

et en ce que l'unité industrielle (2) produit de la vapeur d'eau qui alimente ces turbines à vapeur.

10

1/1



10